

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 647 958

②1 N° d'enregistrement national :

89 07092

⑤1 Int Cl⁸ : H 01 L 21/56, 23/067; H 05 K 3/34.

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 30 mai 1989.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 49 du 7 décembre 1990.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

⑦1 Demandeur(s) : Société dite : THOMSON COMPO-
SANTS MILITAIRES ET SPATIAUX — FR.

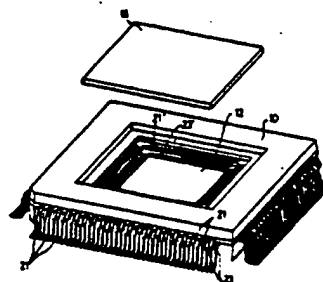
⑦2 Inventeur(s) : Henri-Clément Mabboux, Thomson-CSF
S.C.P.I.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : Michel Guérin, Thomson-CSF S.C.P.I.

⑤4 Boîtier plastique pour circuit intégré avec grilles en quinconce sur deux niveaux et procédé de fabrication.

⑤7 L'invention concerne les boîtiers d'encapsulation de cir-
cuits intégrés. Pour bénéficier du faible coût de fabrication des
boîtiers de plastique moulé tout en améliorant leurs perfor-
mances, on propose selon l'invention de préparer un boîtier
moulé 10 avec une cavité 12 et deux grilles de connexion 21,
23, 21', 23' superposées, en quinconce, le moulage étant fait
avant de mettre la puce. La puce est ensuite mise en place
dans la cavité, des fils de liaison sont soudés entre la puce et
les extrémités des deux grilles. On augmente la densité de
broches d'interconnexions utilisables grâce aux deux niveaux
de grille: la résistance à la pénétration de l'humidité est
renforcée car on peut utiliser une matière plastique à fort
coefficient de rétreint sans risquer d'endommager la puce; en
effet, la puce n'est plus enrobée de matière plastique; elle
reste à l'air libre, protégée par un capot de fermeture 16 du
boîtier.



FR 2 647 958 - A1

BOITIER PLASTIQUE POUR CIRCUIT-INTEGRE
AVEC GRILLES EN QUINCONCE SUR DEUX NIVEAUX
ET PROCEDE DE FABRICATION

L'invention concerne l'encapsulation des circuits-intégrés.

Deux grands types d'encapsulation sont utilisés actuellement pour les circuits-intégrés, selon les applications envisagées.

5 Pour les applications les plus courantes, on utilise des boîtiers en matière plastique moulée réalisés de la manière suivante: on prépare une grille de connexion métallique qui servira à la fois de support à une puce de circuit-intégré et de broches de connexion extérieure au boîtier; on reporte la puce
10 sur cette grille par collage ou soudage; on relie la puce par des fils aux différentes broches de la grille; et on enrobe la puce et les fils de matière plastique, par moulage.

Cette technique donne satisfaction mais présente certaines faiblesses, en particulier sur les points suivants: il y a risque
15 de pénétration d'humidité dans le boîtier par infiltration aux interfaces entre la grille et la matière plastique; la matière plastique est directement en contact avec la puce de silicium et exerce des contraintes mécaniques sur la puce, surtout lorsqu'elle est de grande surface; la gamme de température de
20 fonctionnement correct est limitée (en général de -40°C à $+85^{\circ}\text{C}$); la dissipation thermique est limitée car la conductivité thermique de la matière plastique est relativement mauvaise; enfin, le nombre de broches d'entrée-sortie du boîtier est limité du fait que les fils de liaison entre la puce et les broches
25 doivent rester écartés les uns des autres d'un certain pas minimum; le moulage plastique impose ce pas minimum.

Pour éviter ces diverses limitations, on a proposé, pour les applications plus délicates, d'encapsuler les circuits-intégrés dans des boîtiers de céramique. Cette technique
30 consiste à sérigraphier des conducteurs sur des feuilles de céramique crue, à cuire ensemble les feuilles de céramique pour

constituer un substrat de céramique, à coller ou souder une puce de circuit-intégré sur une face du substrat, à relier la puce aux conducteurs sérigraphiés qui l'entourent, à fermer le substrat par un capot scellé hermétiquement, et à souder à l'extérieur du boîtier des broches de connexion venant en contact avec des extrémités affleurantes des conducteurs sérigraphiés.

Dans cette technique plus sophistiquée, les infiltrations d'humidité sont réduites au minimum, car les feuilles de céramique cuites sont parfaitement étanches et la soudure du capot (en général une soudure de métal sur de la céramique) est également très étanche; il n'y a pas de contrainte mécanique sur la puce car elle n'est pas enrobée de matière plastique mais elle reste à l'air; l'absence de matière plastique permet un fonctionnement à température ambiante plus élevée (jusqu'à +125°C par exemple et dans certains cas 200°C); le pas des conducteurs sérigraphiés peut être plus petit que le pas d'une grille de connexion et l'absence de moulage par injection permet de diminuer la distance entre fils de connexion voisins (fils de connexion entre la puce et le substrat); enfin, la dissipation thermique est améliorée car la conduction thermique de la céramique est bien meilleure que celle de la matière plastique moulée.

Mais évidemment cette technique d'encapsulation en boîtier céramique est beaucoup plus coûteuse que le moulage plastique.

La présente invention pour but de proposer une nouvelle technique d'encapsulation permettant de profiter du faible coût de la technique de moulage plastique tout en minimisant les inconvénients de cette technique.

On propose selon l'invention un nouveau boîtier et un procédé d'encapsulation correspondant; le procédé consiste à :

- préparer au moins deux grilles métalliques de connexion;
- placer les grilles dans un moule de telle manière que leurs extrémités arrivent sur au moins deux niveaux différents à proximité d'un emplacement réservé à une puce de circuit-intégré,

- injecter une matière plastique de moulage dans le moule, le moule étant conformé de manière à : empêcher le recouvrement des extrémités des grilles à proximité de l'emplacement réservé, ménager une cavité de réception de puce dans cet emplacement, et laisser dépasser la grille hors du moule pour constituer des broches de connexion extérieures;

- placer une puce dans la cavité;

- souder des fils de connexion entre la puce et les extrémités des grilles de connexion;

- fermer la cavité par un capot hermétique.

Le boîtier selon l'invention est donc constitué de la manière suivante : il comprend un corps de matière plastique moulée avec une cavité intérieure de réception d'une puce, et, dans cette cavité, autour de la puce, au moins deux séries d'extrémités de grille de connexion non recouvertes par la matière plastique du corps et placées sur au moins deux niveaux différents, la puce étant raccordée par des fils à ces extrémités, et la cavité étant fermée par un capot scellé hermétiquement.

Les extrémités de la grille de l'un des niveaux sont de préférence décalées ou disposées en quinconce par rapport à celles du deuxième niveau, c'est-à-dire que deux fils voisins partant de la puce seront soudés respectivement sur deux extrémités de grille de niveaux différents.

La technique proposée selon l'invention présente les avantages suivants : tout d'abord le coût est faible puisqu'il fait intervenir essentiellement un moulage de matière plastique et non un substrat de céramique sérigraphiée; ensuite on peut utiliser comme matière plastique de moulage une matière à fort coefficient de rétreint au refroidissement, de sorte que l'étanchéité aux interfaces entre matière plastique et grilles est améliorée; cela n'était pas possible avec les moulages classiques dans lesquels la puce était directement en contact avec la matière plastique à cause des contraintes excessives qu'une matière plastique à fort coefficient de rétreint aurait

imposé à la puce; de manière générale, les contraintes sur la puce sont réduites grâce à l'invention; enfin, la densité de broches de connexion extérieures peut être très élevée grâce à l'utilisation de plusieurs niveaux de grille de connexion.

5 Il n'aurait été que très difficilement possible d'utiliser plusieurs niveaux de grille avec des boîtiers de matière plastique moulés classiquement par enrobage complet d'une puce et des ses fils, et un aspect important de l'invention réside dans la découverte qu'il devient pratiquement possible de le
10 faire avec un boîtier moulé avec une cavité, dans lequel la puce n'est mise en place qu'après moulage. En effet, il devient facile de mettre en place la puce et ses fils alors que les deux niveaux de grille sont fixés en place dans la matière plastique qui les enrobe.

15 Le capot hermétique qui ferme la cavité est de préférence réalisé dans la même matière plastique que le corps du boîtier; il est de préférence soudé par ultrasons, éventuellement avec adjonction d'une matière de collage telle qu'une résine époxy.

20 On peut de plus envisager que la cavité contenant la puce et ses fils soit noyée dans une résine de protection souple (qui n'exerce pas de contraintes mécanique sur la puce et ses fils); cette résine serait mise en place avant fermeture du capot; elle aurait l'avantage de diminuer la sensibilité à l'humidité.

25 On peut aussi prévoir qu'il y a plus de deux niveaux de grilles de connexion.

30 Une embase en matériau à forte conductivité thermique peut être insérée dans le moule avant injection de matière plastique; cette embase formerait le fond de la cavité et servirait de support et de drain thermique pour la puce; le matériau peut être du cuivre ou du nitrure d'aluminium, ce dernier matériau ayant l'avantage d'avoir un coefficient de dilatation très proche de celui du silicium, permettant ainsi de réduire encore les contraintes qui s'exercent sur la puce lorsqu'il y a des variations de température au cours du
35 fonctionnement.

Les grilles de connexion présentent de préférence, là où elles sont noyées dans la matière plastique, des formes tordues ou matricées augmentant la longueur des chemins de trajet de l'humidité aux interfaces grille/plastique et assurant une
5 meilleure résistance à l'arrachage en cas de traction des broches extérieures du boîtier.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui suit et
10 qui est faite en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 représente une coupe transversale du boîtier selon l'invention;
- la figure 2 représente une vue de dessus de ce boîtier;
- la figure 3 représente une vue de dessus en perspective
15 du boîtier.

Le boîtier comporte un corps principal 10 en matière plastique moulée, définissant une cavité 12 ouverte vers le haut, cette cavité servant de logement à une puce monolithique 14 et
20 étant fermée en haut par un capot de fermeture hermétique 16.

Dans l'exemple représenté, mais ce n'est pas obligatoire, une embase 18 moulée dans le corps 10 sert de support à la puce 14. Cette embase est réalisée dans un matériau ayant de bonnes propriétés de conduction thermique (cuivre par exemple) ou mieux
25 dans un matériau ayant à la fois des bonnes propriétés de conduction thermique et une bonne compatibilité avec la puce, notamment en ce qui concerne les coefficients de dilatation thermique respectifs. Le nitrure d'aluminium est un matériau approprié à cet égard pour les puces de silicium.

L'embase 18 a été noyée dans la matière plastique lors de l'opération de moulage du corps 10, la surface supérieure de l'embase affleurant de préférence dans la cavité 12 pour en constituer le fond et la surface inférieure de l'embase
30 affleurant à l'arrière du boîtier pour pouvoir venir en contact ultérieurement avec un radiateur d'évacuation de chaleur.
35

Dans le corps du boîtier 10 sont moulés au moins deux grilles de connexion 20 et 22; ces grilles sont en métal conducteur; elles font saillie à l'extérieur du boîtier pour constituer les broches de connexion extérieures du boîtier. De préférence, les broches de connexion extérieures des deux grilles sont en quinconce, c'est-à-dire que les broches d'une grille sont décalées latéralement par rapport aux broches de l'autre grille, de sorte qu'en pratique une broche d'une grille est située en gros entre deux broches de l'autre grille. On a représenté sur la figure 2 les broches extérieures 21 de la grille 20 en quinconce avec les broches extérieures 23 de la grille 22. On voit bien aussi la disposition décalée des broches sur la figure 3. Un décalage des broches d'un niveau à un autre pourrait être fait avec plus de deux grilles également pour augmenter la densité de broches du boîtier.

A l'intérieur de la cavité 12, les extrémités des conducteurs de la grille sont dénudées superficiellement, c'est-à-dire qu'elles ne sont pas entièrement enrobées par la matière plastique du corps 10; elles peuvent toutefois être recouvertes par une résine rajoutée dans la cavité après mise en place de la puce et de ses fils de connexion.

La cavité 12 a de préférence une forme de cuvette en gradins, les extrémités des grilles reposant sur ces gradins, chaque niveau de grille correspondant à un gradin respectif. Dans l'exemple représenté, la cuvette a deux gradins au dessus de l'embase de réception de puce et entourant cette embase : un gradin 24 pour les extrémités 21' de la grille 20 et un gradin 26 pour les extrémités 23' de la grille 22.

Les extrémités de grille à l'intérieur de la cavité 12 sont également réparties en quinconce, c'est-à-dire que leurs positions sont alternées, de manière qu'un fil de liaison entre la puce 14 et une extrémité 21' faisant partie de la grille 20 (et donc reposant sur le gradin 24) soit adjacent à un fil de liaison entre la puce et une extrémité 23' faisant partie de la grille 22 (et donc reposant sur le gradin 26).

Les fils de liaison entre la puce et les extrémités de grilles ont été représentés sur la figure 1 mais non sur les autres figures pour ne pas surcharger le dessin.

5 Dans l'exemple représenté, la cavité en forme de cuvette à gradins comprend un gradin supplémentaire 28 servant à recevoir le capot de fermeture 16 de la cavité.

10 Les conducteurs des grilles ont de préférence, là où ils sont noyés dans la matière plastique de moulage du corps 10, une forme tordue destinée à allonger le chemin de pénétration de l'humidité aux interfaces plastique/grille, et destinée également à augmenter la résistance à l'arrachement des grilles en cas de traction par rapport au boîtier.

15 Le procédé d'encapsulation selon l'invention se déroule de la manière suivante : on prépare d'abord les différentes grilles de connexion, ici les deux grilles 20 et 22. Elles sont faites classiquement par estampage d'une plaque métallique. Les grilles sont planes au départ et les différents conducteurs qui les constituent sont reliés les uns aux autres pendant la majeure partie du procédé; les extrémités constituant les broches extérieures ne seront séparées les unes des autres et recourbées pour former des broches indépendantes qu'en fin de procédé.

20 L'embase de support 18 (si on en utilise) et les grilles sont mises en place dans un moule à injection. La conformation du moule est telle que les extrémités intérieures des grilles 20 et 22 restent dénudées après l'opération de moulage, de même que la surface supérieure de l'embase 18, c'est-à-dire la surface qui recevra la puce 14. Les extrémités extérieures des grilles, destinées à former les broches extérieures de connexion, dépassent hors du moule de même que les barres de liaison entre ces broches (barres non représentées qu'il faudra couper pour 30 séparer les broches les unes des autres). La surface inférieure de l'embase reste également dénudée après l'opération de moulage. Enfin, le moule définit la cavité 12 qui reste libre de toute matière plastique et qui a de préférence une forme en gradins 35 comme expliqué ci-dessus.

Les grilles sont maintenues en place dans le moule de manière que leurs extrémités du côté intérieur, autour de la cavité, soient disposées sur deux niveaux (ou plus s'il y a plus de deux grilles). En pratique les grilles sont planes pendant le moulage et les grilles sont donc superposées sur deux plans parallèles dans le moule. C'est également pendant l'opération de moulage que sont définies et maintenues les positions relatives des grilles pour aboutir à une disposition décalée ou en quinconce.

Le moulage est fait par injection d'une matière plastique thermoplastique, de préférence ayant un coefficient de rétreint assez fort au refroidissement, pour enserrer fortement les grilles 20 et 22. On choisira de préférence une matière plastique tenant à haute température (supérieure à 200°C).

Après démoulage, on colle ou on soude une puce 14 dans le fond de la cavité réservée, sur l'embase si une embase est présente. On soude des fils de liaison entre la puce et les extrémités dénudées des grilles 20 et 22.

On peut alors déposer dans la cavité 12 une résine de protection qui vient noyer la puce et ses fils. On peut aussi laisser la puce et ses fils à l'air libre.

On ferme alors la cavité avec le capot 16 qui est de préférence constitué dans la même matière que le corps 10 du boîtier. La soudure est de préférence une soudure par ultrasons, éventuellement aidée par une résine de collage.

On termine le montage en coupant les barres de liaison (non représentées) entre broches extérieures et en recourbant ces broches pour leur donner une forme désirée. La figure 3 représente un exemple de forme donnée à ces broches. On y voit la disposition en quinconce des deux niveaux de grille, et on voit la cuvette en gradins portant sur chaque gradin un niveau respectif de grille.

REVENDICATIONS

1. Procédé d'encapsulation de circuit-intégré, caractérisé en ce qu'il comprend les opérations suivantes :

- préparer au moins deux grilles métalliques de connexion (20, 22);

5 - placer les grilles dans un moule de telle manière que leurs extrémités (21', 23') arrivent sur au moins deux niveaux différents à proximité d'un emplacement réservé à une puce de circuit-intégré (14),

10 - injecter une matière plastique de moulage dans le moule, le moule étant conformé de manière à : empêcher le recouvrement des extrémités (21', 23') des grilles à proximité de l'emplacement réservé, ménager une cavité (12) de réception de puce dans cet emplacement, et laisser dépasser la grille hors du moule pour constituer des broches de connexion extérieures (21, 23);

15 - placer une puce (14) dans la cavité (12);

- souder des fils de connexion entre la puce et les extrémités (21', 23') des grilles de connexion;

20 - fermer la cavité par un capot hermétique (16).

2. Procédé d'encapsulation selon la revendication 1, caractérisé en ce que la matière plastique de moulage est une matière plastique à fort coefficient de rétreint au refroidissement.

25 3. Procédé d'encapsulation selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que les extrémités de grilles autour de l'emplacement réservé à la puce sont disposées et maintenues en quinconce pendant l'opération de moulage.

30 4. Procédé d'encapsulation selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les grilles sont maintenues pendant

l'opération de moulage de manière que les broches extérieures soient disposées en quinconce.

5 5. Procédé d'encapsulation selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la cavité a une forme de cuvette à gradins (24, 26) les extrémités de grilles reposant sur ces gradins autour de l'emplacement réservé à la puce.

10 6. Procédé d'encapsulation selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'une embase thermiquement conductrice (18) est placée dans le boîtier pendant l'opération de moulage, cette embase étant destinée à servir de support et de drain thermique à la puce.

15 7. Procédé d'encapsulation selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'une résine de protection souple est déposée dans la cavité après mise en place de la puce et de ses fils de liaison et avant fermeture de la cavité par le capot.

20 8. Procédé d'encapsulation selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que le capot de fermeture est réalisé dans la même matière plastique que celle qui a servi au moulage, et qu'il est soudé par ultrasons au dessus de la cavité.

25 9. Boîtier d'encapsulation de circuit-intégré, caractérisé en ce qu'il comprend un corps (10) de matière plastique moulée avec une cavité intérieure (12) de réception d'une puce (14), et, dans cette cavité, autour de la puce, au moins deux séries d'extrémités (21', 23') de grilles de connexion
30 non recouvertes par la matière plastique du corps et placées sur au moins deux niveaux différents (24, 26), la puce étant raccordée par des fils à ces extrémités, et la cavité étant fermée par un capot (16) scellé hermétiquement.

35 10. Boîtier selon la revendication 9, caractérisé en ce que

les extrémités (21') de la grille de l'un des niveaux sont de préférence disposées en quinconce par rapport à celles (23') d'une grille d'un deuxième niveau, c'est-à-dire que deux fils voisins partant de la puce seront soudés respectivement sur deux extrémités de grille de niveaux différents.

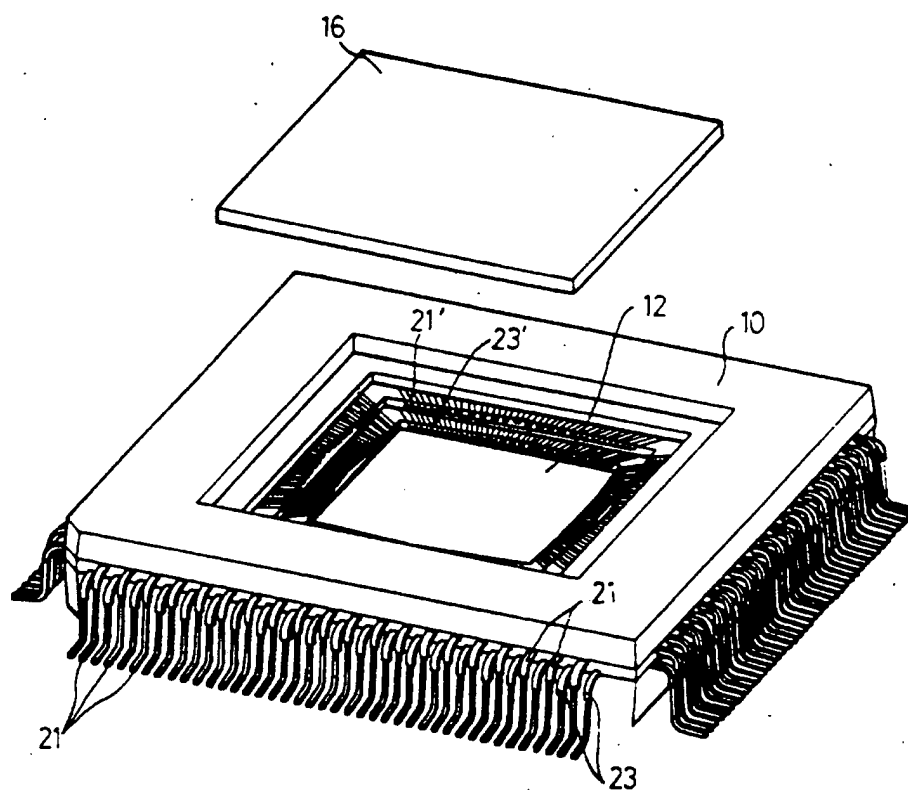
11. Boîtier selon l'une des revendications 9 et 10, caractérisé en ce qu'il comporte une embase (18) en matériau à forte conductivité thermique servant de support et de drain thermique à la puce.

12. Boîtier selon l'une des revendications 9 à 11, caractérisé en ce que le capot est réalisé dans la même matière que le corps du boîtier.

13. Boîtier selon l'une des revendications 9 à 12, caractérisé en ce que la cavité fermée par le capot est remplie de résine de protection souple.

14. Boîtier selon l'une des revendications 9 à 13, caractérisé en ce que les conducteurs des grilles présentent, là où ils sont noyés dans la matière plastique du corps (10), des formes tordues ou matricées pour allonger le chemin de pénétration de l'humidité à l'interface plastique/grille, et pour augmenter la résistance à l'arrachage.

2 / 2

FIG. 3